

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-100194

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 F 1/035

8106-2K

G 0 2 B 6/12

J 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-262366

(22)出願日 平成3年(1991)10月9日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 花岡 英章

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54)【発明の名称】 3次元導波路型光変調器

(57)【要約】

【目的】 3次元導波路光変調器の変調動作点を常時最適値に設定できるようにする。

【構成】 3次元導波路型光変調器1の導波路2に、電気光学効果を利用した動作点設定電極3を設けて光変調器1からの出力光を検出してこの検出信号によって上述の動作点設定電極への印加電圧を制御して光変調器1の動作点の設定を行う。

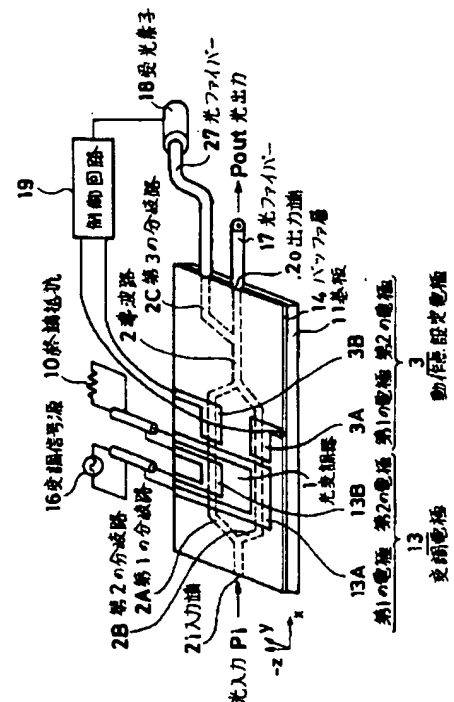


図1 本発明による3次元導波路型光変調器の斜視図の構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 3次元導波路型光変調器において、その導波路に、その変調電極とは別に、電気光学効果を利用した動作点設定電極を設けて、上記光変調器による出力光を検出して該検出信号によって上記動作点設定電極への印加電圧を制御して上記光変調器の動作点を該光変調器の出力特性の最適位置に設定することを特徴とする3次元導波路型光変調器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信システム等で用いられる3次元導波路型光変調器に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信システムは、INS（総合ネットワークサービス）通信用、OA（オフィス・オートメーション）、FA（ファクトリー・オートメーション）等のコンピュータ・データ・ネットワーク用、さらには航空機、船舶等の移動体通信用等として多方面に応用されつつある。

【0003】 この光通信システム中の光機能素子として、近年は基板の表面または内部に形成された所定のパターンに沿って光を伝搬させることができる3次元導波路型的光変調器が用いられるようになってきており、入力光の強度変調、周波数変調、位相変調等の処理に利用されている。

【0004】 図8は従来の低損失広帯域化をはかった進行波型の電極構造をもつマツハツェンダ型（以下MZ型という）光変調器の略線的斜視図を示し、この場合、例えばニオブ酸リチウム（ $\text{LiNbO}_3$ 、以下LNという）等の基板11に、光導波路2が形成される。この光\*

$$P_o = \frac{P_i}{2} \left\{ \frac{(1 - \gamma_p)^2}{1 + \gamma_p} \right.$$

$$\left. + 4 \frac{\gamma_p}{1 + \gamma_p} \cos^2 \left( \frac{\pi}{2} - \frac{V}{V_\pi} \right) \right\}$$

（ここで、 $P_i$  は入力パワー、 $V_\pi$  は半波長電圧、 $\gamma_p$  はパワー分割比）この特性曲線において、その動作点Aは、一般に良い直線性を示す領域の中心、即ち最大値と最小値のほぼ中心に設定されて、ダイナミックレンジが大で変調歪を小さくできるようになされる。

【0009】 ところがこのようにしても、上述した温度ドリフト、DCドリフト等によって動作点Aが変動してしまつてダイナミックレンジの減少、変調歪の増大化を来し、所期の特性が得られない場合が生じて来る。

【0010】 また、先に本出願人の出願に係る特願平2-411360号においては、フィードバック信号により変調信号自体に電氣的バイアスを掛けるようにした構成の提案がなされているが、この場合、図8で説明した

\*導波路2は、その中間部の一部が対称分岐された第1及び第2の分岐路2A及び2Bが形成され、これら分岐路2A及び2B上に、それぞれ $\text{SiO}_2$ 等のバッファ層14を介して第1及び第2の電極13A及び13B即ち進行波電極及び接地電極より成る変調電極13が設けられて成る。

【0005】 そして、変調電極13の終端には数十オーム、例えば50Ωの終端抵抗15が設けられる。

【0006】 この構成において、導波路2の入力端2iから光入力 $P_i$ を供給し、この光を光導波路2の中間部の第1及び第2の分岐路2A及び2Bに2分し、これら分岐路2A及び2Bにおいて、変調電極13に与えた変調信号源16からの変調信号による電界に基づいて電気光学効果によって光位相変調をなし、両分岐路2A及び2Bに2分された光を再び共通の導波路2において重ね合わせてその合波、干渉によって強度変調された出力光 $P_o$ を、導波路2の出力端2oから導出されるようになされている。図においては出力端2oに光ファイバーが光学的に結合されていて、これを通じて光導出が行われるようになされている。

【0007】 ところが、この種の光導波路を使った光変調器では、温度ドリフト即ち外囲温度の変動、DCドリフト即ち変調信号の直流分変動等により、動作点変動し、これによって変調波形に歪が生じたり、ダイナミックレンジが減少するなどの不都合が生じる。

【0008】 即ち、この種の光変調器の出力特性は、図2に示す通りで、その出力 $P_o$ は、下記数1で与えられる。

## 【数1】

ように、進行波電極に数10オームの終端抵抗15を設ける場合、この終端抵抗15による電力損失が問題となる。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述した温度ドリフト、変調信号の直流ドリフト等による動作点の変動による諸問題の解決、更に終端抵抗を有する上述の進行波型のMZ型光変調器における電力損失発生の問題の回避をはかって、安定したすぐれた変調特性を有する3次元導波路型光変調器を提供するものである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明は、図1にその一例の構成図を示すように、3次元導波路型光変調器1に

において、その導波路2に、その変調電極13とは別に、電気光学効果を利用した動作点設定電極3を設けて、光変調器1による出力光を検出してその検出信号によって動作点設定電極3への印加電圧を制御して光変調器1の動作点を光変調器1の出力特性の最適位置、例えば、図2に示す出力特性の最も直線性のすぐれた、即ち出力の最大点と最小点の中心にその動作点Aを設定する。

#### 【0013】

【作用】本発明による光変調器は、動作点設定電極3を特設するものであり、これにフィードバック信号を与えて、変調動作点Aを最適位置に自動調整するので、温度ドリフト、DCドリフトによる動作点の移動等の影響を回避できると共に、動作点設定電極3を本来の変調電極13とは別に新たに設けたので、進行波型構成による場合のように変調電極13に終端抵抗15が設けられる場合においてもフィードバック制御装置に対する電力損失の招来を回避できるものである。

#### 【0014】

【実施例】本発明の実施例を説明する。

【0015】図1は、進行波型のMZ型構成とした場合で、図1において図8と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略するが、この場合、例えばZカットLN基板11が用意され、その一主面側に、例えばTi拡散による高屈折率化された光導波路2を形成する。

【0016】この光導波路2は、その中間部において対称に分岐された第1及び第2の分岐路2A及び2Bと、これらの光導波方向に関してその後方側での合流点より更に後方側において、導波光の一部の光をモニター光として導出するための非対称に分岐された第3の分岐路2Cを設けて成る。

【0017】この第3の分岐路2Cは、その分岐角の選定によってモニター光として必要なだけの光パワーを取り出すことができるようになされるが、この分岐角は、約 $1^{\circ}$ ～ $10^{\circ}$ で選定される。

【0018】しかしながら、このモニター光の導出は、上述した非対称2分岐導波路に限られるものではなく、方向性結合器を用いることもできる。

【0019】基板11が、Zカット基板である場合には、電気光学定数 $\gamma_{33}$ が利用されるものであり、この場合、電界が基板11の深さ方向(Z方向)に印加されるように、導波路2上に変調電極13と、動作点設定電極3とが設けられる。

【0020】これら電極13及び3は、導波損失を減少させるために、基板11上に形成したバッファ層14を介して導波路2上に形成される。

【0021】これら電極13及び3は、導波路2の対称型分岐路2A及び2B上に形成される。変調電極13は各分岐路2上に形成された第1及び第2の電極13A及び13Bより成り、動作点設定電極3は、変調電極13とは別に、同様に各分岐路2A及び2B上に設けられた

第1及び第2の電極3A及び3Bより成る。

【0022】これら変調電極13及び動作点設定電極3は、基板11上に例えば全面的にスパッタ等によって形成した例えばSiO<sub>2</sub>層より成るバッファ層14上に、Au、Al等の導電層を全面的に蒸着、スパッタ等によって形成して後、これをフォトリソグラフィによるパターンエッチングすることにより同時に形成することができる。

【0023】そして、例えば第3の分岐路2Cから取り出したモニター光を、例えば光ファイバー27を通じて受光素子18に導き、これによってモニター光を検出し、かつ電気信号に変換してこれを制御回路19で信号処理し、これにより処理して得られた動作点制御信号電圧、即ちバイアス調整用電圧を動作点設定電極3の両電極3A及び3Bに印加してフィードバックループを形成する。

【0024】制御回路19は、例えば図3にその一例のブロックダイアグラムを示すように、直流成分取り出し回路21と、動作点設定の基準電圧即ち目標値に相当する所定の電圧を得る動作点設定電圧発生回路22と、両者の電圧比較回路23と、減算器24と、電圧増幅器25とを有して成る。

【0025】この構成において、光変調信号源16からの光変調信号を与えない状態で、丁度その動作点、即ちバイアス値が前述した図2の動作点Aにあるように、動作点設定電極3への印加電圧 $V_0$ を制御回路19から与えられるように、動作点設定電圧発生回路22の電圧・増幅器25の増幅度等を設定する。

【0026】即ち、導波路2の入力端2iから与えられた入力光 $P_i$ が、第1及び第2の分岐路2A及び2Bに分岐されて、上述した動作点設定電極3の電極3A及び3Bによって、厚さ方向の所要の電界を受けることによって、位相変調を受け、これらが合波、干渉して出力端2oから出力 $P_o$ がとり出されるが、この状態で、図2で説明した動作点Aに設定された状態にあるように設定する。

【0027】そして、この状態で、通常のように変調電極13に、変調信号を変調信号源16から与えて分岐路2A及び2Bで位相変調し、これら分岐光を合波、干渉させることによって光強度変調させた光を出力端2oから取り出す。このようにして強度変調された出力光 $P_o$ は、図2で説明したように、動作点Aを中心に変調されることになる。

【0028】一方、このとき、導波路2の出力端2oに向かう出力光の一部は、分岐路2Cに分岐されてこれが受光素子18に導入され、これに応じて変換された電気信号が制御回路19に導入される。

【0029】具体的に説明すると、今、仮に目標値より実際の光出力が大きくなったとすると、比較回路23の出力は負になり減算器24の出力が増し、これによ

て光変調器1の動作点設定電極3への印加電圧が増加することによって光変調器1の光を弱める方向に働き、これの光出力を減少させる。このようにして光出力のモニター光による回路21の出力が目標値となったとき比較回路23の出力がまた、逆に光変調器1の光出力が目標より小さくなると比較回路23の出力が正となり、この場合においては、制御回路19の出力電圧、即ち光変調器1の動作点設定電極3への印加電圧が減少し、上述したとは逆の動作をとって、目標の出力へと近づけられる。

【0030】このようにして動作点が所定の動作点Aに戻るようになされている。

【0031】尚、動作点設定電極3、即ちバイアス設定電極は、図1に示す例に限らず、種々の構成を採り得る。例えば図4に示すように、動作点設定電極3の接地側の電極3Bを、変調電極13の接地電極13Bと共通にし、他方の電極3Aを、この電極13の近傍に対向配置することもできる。

【0032】また、LN基板11としては、前述したZカット基板、即ちz軸方向を厚さ方向とする基板を用いるに限られるものではなく、例えばx軸方向を厚さ方向とする基板を用いることができ、この場合は、電気光学定数 $\gamma_{22}$ を利用するようにする。図5はこの場合の電極配置の一例を模式的にしたものである。

【0033】この図5の例においては、対称分岐路2A及び2Bを基板11のz軸方向に延長させ、これら分岐路2A及び2B間に位置して、変調電極13及び動作点設定電極3の各一方の電極13A及び3Aを配置し、各分岐路2A及び2Bを挟んでこれら電極13A及び3Aの両側に基板11のy軸方向に関して対向してそれぞれ対の各他方の電極13B及び3Bを配置した構成とすることができる。

【0034】更に、この場合の他の例としては、図6にその配置パターンを模式的に示すように、各一方の分岐路2A及び2Bを挟んで変調電極13の電極13A及び13B、動作点設定電極3の電極3A及び3Bを配置することもできる。

【0035】また、上述の各例においては、出力光の一部を分岐してこれをモニターして、動作点設定にフィードバックを掛けるようにした場合であるが、図7に示すように、入力光パワーについても第4の分岐路2Dによってその一部を分岐してフォトダイオード等の受光素子28によってモニターし、光変調器の消光比から最適バイアスに自動的に設定し、制御回路19に変調信号の振

幅を最適にする回路を付加して、これにより変調信号源となる変調回路26を設けることにより、上述のバイアス設定（動作点設定）の機能に加えて、入力光パワーが変化しても変調指数を常に最良の状態に自動的に制御するような機能を持たしめることができ、この場合は単体の外部変調器としてよりすぐれたものとなる。

【0036】尚、図4～図7において、図1と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0037】また、上述した例では、本発明を進行波型MZ型構成に適用した場合であるが、終端抵抗10が設けられないMZ型光変調器を始めとしてそのほか、バランスブリッジ型的光変調器、方向性結合器型等の他の変調方式による3次元導波路型光変調器に適用することもできる。

【0038】

【発明の効果】上述したように、本発明による光変調器は、動作点設定電極3を特設するものであり、これにフィードバック信号を与えて、変調動作点Aを最適位置に自動調整するので、温度ドリフト、DCドリフトによる動作点の移動等の影響を回避できると共に、動作点設定電極3を本来の変調電極13とは、実質的に別の構成として設けたので、進行波型構成による場合のように変調電極13に終端抵抗15が設けられる場合においても電力損失の招来を回避できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による3次元導波路型光変調器の一例の斜視図的構成図である。

【図2】光変調器の出力特性曲線図である。

【図3】制御回路のブロックダイアグラムである。

【図4】本発明による光変調器の他の例の斜視図的構成図である。

【図5】本発明による光変調器の他の例の平面図的構成図である。

【図6】本発明による光変調器の他の例の平面図的構成図である。

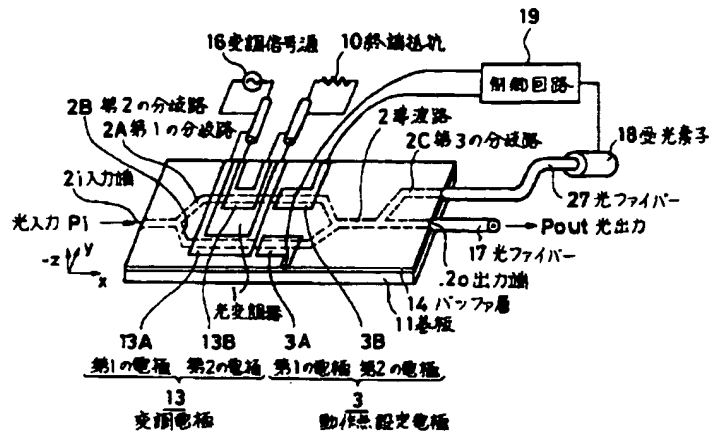
【図7】本発明による光変調器の他の例の平面図的構成図である。

【図8】従来の光変調器の構成図である。

【符号の説明】

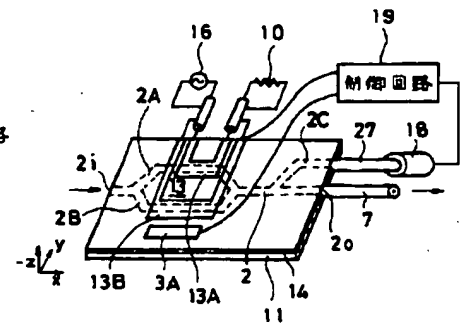
- 1 光変調器
- 2 導波路
- 3 動作点設定電極
- 13 変調電極
- 19 制御回路

【図1】



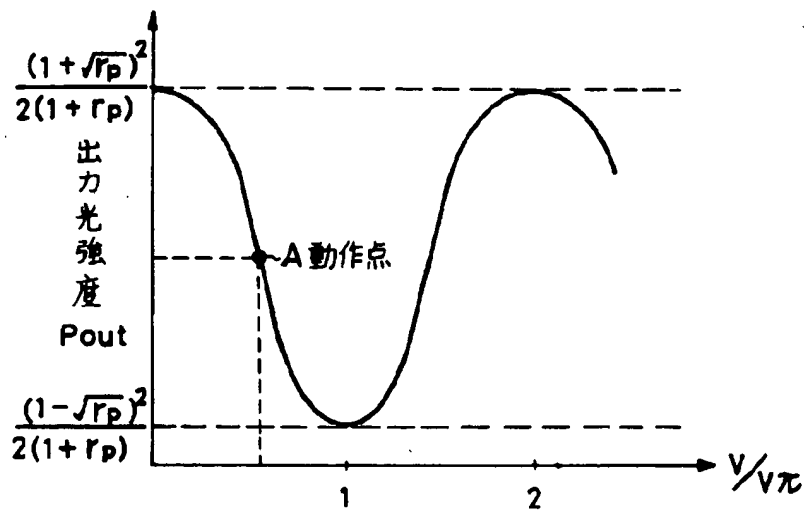
本発明による3次元導波路型光変調器の斜視図的構成図

【図4】



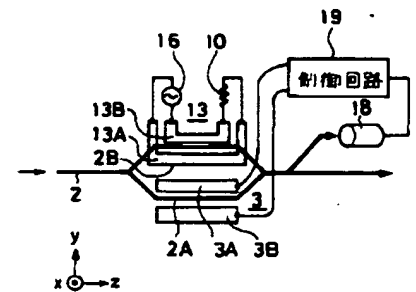
本発明による光変調器の斜視図的構成図

【図2】



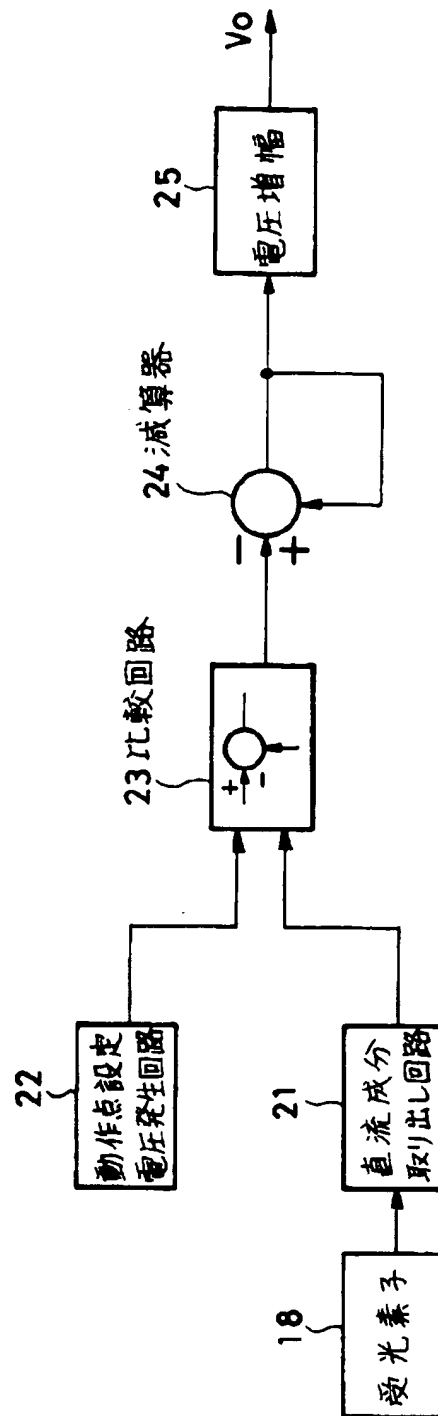
出力特性曲線図

【図6】



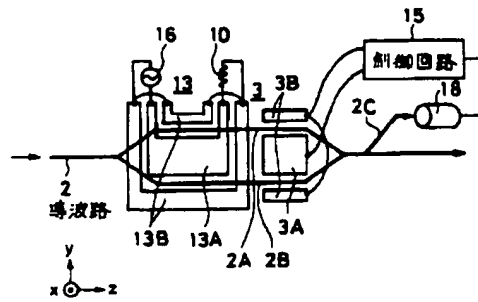
本発明による光変調器の平面的構成図

【図3】



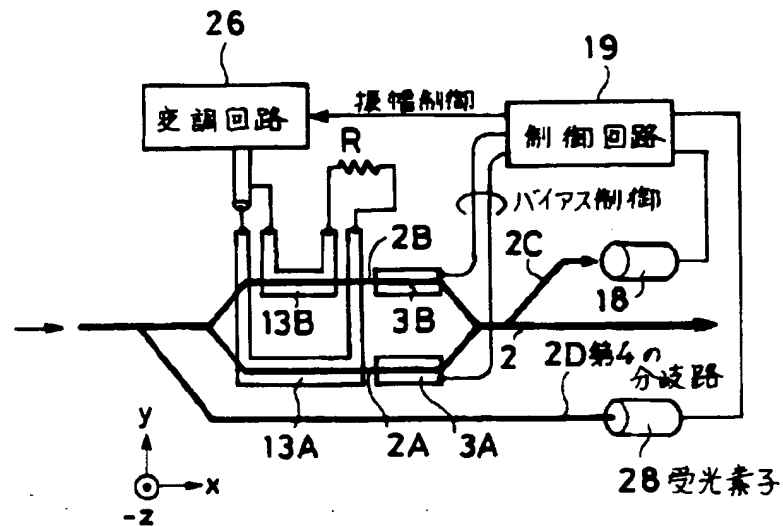
制御回路のブロックダイアグラム

【図5】



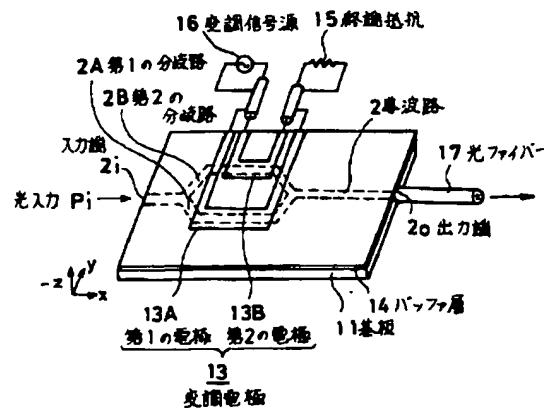
本発明による光変調器の平面的構成図

【図7】



本発明による光変調器の平面的構成図

【図8】



従来の3次元導波路型光変調器の斜視図